

MINISTERE DE LA SANTE  
REGION LORRAINE  
INSTITUT DE FORMATION EN MASSO-KINESITHERAPIE  
DE NANCY

**EVALUATION ISOCINETIQUE  
DU GENOU :  
DEFINITION DE VALEURS NORMATIVES .**

Rapport de travail écrit personnel  
présenté par **Aurélie GODDE**  
étudiante en 3ème année de  
masso-kinésithérapie en vue de  
l'obtention du Diplôme d'Etat  
de Masseur-Kinésithérapeute.  
2000-2001

## PRESENTATION DU LIEU DE STAGE

Ce travail a été réalisé :

du 4 septembre au 27 octobre 2000,  
au centre de Réadaptation Fonctionnelle de : Nancy  
adresse : 35 rue Lionnois.

A propos de l'établissement :

- Cet établissement fait partie de l'institut régional de réadaptation géré par la CRAM du nord est.

- Médecin chef : Docteur J. XENARD  
- MCMK et référent : Monsieur P. BOISSEAU

- Nombre de lits : 60  
- Nombre de demi-pensionnaires : 20  
- Nombre d'externes : 100

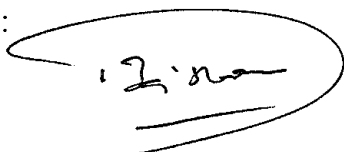
- Pathologies rencontrées : traumatologie, rhumatologie, orthopédie.

- Composition du plateau technique :  
Nombre de médecins : 3  
Nombre de kinésithérapeutes : 13  
Nombre de d'ergothérapeutes : 8

Référent :            Nom : BOISSEAU            Prénom : Patrick  
donne autorisation à :

Nom : GODDE            Prénom : Aurélie  
de présenter son travail écrit à la soutenance orale dans le cadre du Diplôme d'Etat de  
Masseur-Kinésithérapeute.

date : 4/05/01    signature :

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'A. Godde', enclosed within a large, hand-drawn oval.

J'adresse mes remerciements à :

- Monsieur le Docteur **R. CHOMIKI** et monsieur **P. BOISSEAU**, pour leurs conseils et leurs disponibilités tout au long de cette étude.

- Monsieur **E. BARBOTTE** pour ses compétences statistiques et son aide précieuse.

- Le **C.R.F de Lionnois**, ainsi que le **centre de réadaptation fonctionnelle de Gondreville**.

- **Tous ceux qui ont participé, ou qui ont lu ce mémoire.**

# SOMMAIRE

## RESUME

<b>1. INTRODUCTION</b> .....	1
<b>2. GENERALITES</b> .....	1
2. 1. Définition.....	1
2. 1. 1. L'isocinétisme.....	1
2. 1. 2. Autres techniques de renforcement musculaire.....	2
2. 2. Principes de l'isocinétisme.....	3
2. 3. Avantages de l'isocinétisme.....	3
2. 4. Inconvénients de l'isocinétisme.....	4
<b>3. MATERIEL ET METHODE</b> .....	4
3. 1. Population.....	4
3. 2. Matériel.....	5
3. 3. Contre-indications.....	6
3. 4. Protocole d'application du test.....	6
3. 4. 1. Données de base.....	6
3. 4. 2. Echauffement.....	6
3. 4. 3. Installation du sujet.....	6
3. 4. 4. Essais.....	8
3. 4. 5. Déroulement du test.....	8
<b>4. RESULTATS</b> .....	9
4. 1. Données et paramètres.....	9
4. 2. Méthodologie : traitement statistique des résultats.....	10
4. 3. Présentation des résultats.....	11
4. 3. 1. Description de l'échantillon.....	11
4. 3. 2. Comparaison des paramètres en fonction des données.....	12
4. 3. 3. Résultats normatifs.....	16
<b>5. DISCUSSION</b> .....	17
5. 1. Intérêts des valeurs normatives.....	17
5. 2. Analyse des résultats.....	17
5. 2. 1. Côté "dominant" et "non dominant".....	17
5. 2. 2. Indice d'endurance et crédibilité.....	18
5. 2. 3. Intérêts du travail total.....	18
5. 2. 4. Analyse des couples de force maximale.....	19
5. 2. 5. Ratios.....	20
5. 2. 6. Analyse des données.....	21
<b>6. CONCLUSION</b> .....	22

## BIBLIOGRAPHIE

## ANNEXES

## RESUME

L'objectif de ce travail qui rentre dans une étude multicentrique est de définir des valeurs normatives. Celles-ci concernent les résultats quantitatifs obtenus lors de l'évaluation isocinétique du genou en mode concentrique.

Pour cela, après avoir établi un protocole nous avons réalisé une étude statistique sur une population variée de 201 sujets.

A travers cette étude, nous avons montré l'influence du sexe, de l'âge, de la taille, du poids et du niveau d'activité sur les différents paramètres caractérisant les ischios-jambiers et le quadriceps (force, endurance et ratios). Cependant, pour certaines de ces observations nous ne pouvons pas donner de réelles explications ; des études complémentaires seraient donc intéressantes par la suite.

Enfin, cette étude statistique permet d'avoir à notre disposition des équations définissant les paramètres en fonction des données, elles pourront nous orienter dans le choix de protocoles de renforcement musculaire. Cependant pour que ces protocoles soient bien adaptés à chaque patient, un travail plus large (population plus nombreuse, modes de travail différents...) semble nécessaire.

Mots clés : isocinétisme, normes, genou.

## **1. INTRODUCTION**

Actuellement, nous remarquons que les valeurs de références utilisées en isocinétisme, viennent essentiellement des USA et ne sont pas transposables en Europe. C'est pourquoi, les 17 et 18 mars 2000, lors du Congrès Européen d'isocinétisme à Bruges, une réflexion multicentrique s'est mise en place pour définir nos propres références numériques standards.

L'équipe Nancéienne a alors proposé un protocole de réalisation de tests isocinétiques au niveau du genou, ce travail statistique ayant pour principal but de faciliter l'interprétation des évaluations isocinétiques.

Cette étude a été réalisée grâce à une population de 201 sujets ayant un ou deux côtés sains et ayant réalisé des tests sur les quatre dernières années au centre de réadaptation fonctionnelle de Nancy, rue Lionnois.

## **2. GENERALITES**

### **2. 1. Définition**

#### **2. 1. 1. L'isocinétisme**

L'isocinétisme permet l'évaluation exacte et reproductible de la fonction musculaire, et permet la quantification de paramètres définissant la qualité de la force. Après avoir calculé la balance musculaire, l'outil isocinétique permet à l'aide d'un programme approprié de la rééquilibrer et d'évaluer régulièrement les effets de l'entraînement. (2-19)

L'isocinétisme est caractérisé par l'asservissement permanent de l'effort aux capacités fonctionnelles du patient ; en effet, la résistance induite par le dynamomètre rotatoire est proportionnelle à l'effort fourni par le patient. Ce type d'exercice se réalise à des vitesses prédéterminées, pouvant se rapprocher de celles rencontrées dans les activités de la vie quotidienne ou de certaines activités sportives. Il permet une contraction maximale des groupes musculaires dans toute la course du mouvement. (3-12-14-17-18-20)

### **2 . 1. 2. Autres techniques de renforcement musculaire**

En plus de l'isocinétisme, nous utilisons en rééducation deux autres types de renforcements musculaires classiques : le travail statique et le travail dynamique.

- L'exercice statique est réalisé à vitesse nulle et la résistance appliquée doit être égale à la force développée par le muscle ( $F=R$ ) ; la longueur du muscle reste donc identique pendant toute la contraction.

- L'exercice dynamique consiste à réaliser un mouvement contre une résistance ; ici, la longueur du muscle varie lors de la contraction. De plus, la résistance est constante et la vitesse du mouvement est inconnue. On distingue le travail concentrique, où les points d'insertions musculaires se rapprochent et où la force musculaire est supérieure à la résistance ( $F>R$ ), du travail excentrique où le muscle s'allonge et où la force musculaire est inférieure à la résistance exercée ( $F<R$ ). (3)

Nous pouvons également considérer la pliométrie comme une technique de renforcement musculaire. Elle correspond à l'expérience du " saut en contre bas " et consiste à une contraction concentrique qui fait immédiatement suite à une contraction excentrique. Il

s'agit d'un allongement bref entraînant une augmentation de tension interne avec stockage de l'énergie qui sera restituée en même temps que la contraction concentrique.

## 2. 2. Principes de l'isocinétisme

Le premier grand principe est une vitesse constante présélectionnée. Il s'agit d'une vitesse angulaire (variant de 0 à 500°/s) que l'utilisateur doit atteindre pour qu'il y ait une résistance. Nous notons que plus la vitesse augmente, plus la force développée par le muscle va diminuer et moins longtemps le patient est en mode isocinétique.

Le second principe est une résistance auto-asservie. En effet, comme le ferait un mur contre lequel on exerce une poussée sur un mode dynamique (notion de action = réaction), un rétrocontrôle actif adapte en permanence la résistance du système aux capacités de force instantanée du sujet. (3-8-10-11-12-16-17-20)

## 2. 3. Avantages de l'isocinétisme

- Il s'agit d'un moyen fiable, reproductible et précis pour évaluer les capacités musculaires du patient. Cette évaluation nous donne des renseignements sur certains désordres mécaniques pouvant aboutir à certaines pathologies ou en être le reflet.

- Les garanties de sécurité et de confort sont assurées. En effet, les contraintes mécaniques sur l'articulation testée sont limitées du fait du bon alignement des axes articulation-levier et des absences de charges extérieures. De plus, en cas de douleur ou de fatigue, le patient diminue la vitesse du mouvement et l'asservissement s'interrompt; le patient peut alors passer confortablement l'arc douloureux et poursuivre efficacement son travail.



- En tant que technique de rééducation, l'isocinétisme sert dans le renforcement musculaire et le réentraînement à l'effort, et ce, de façon efficace, spécifique et adaptée aux différentes phases de traitement. (3-11-18)

#### 2 . 4. Inconvénients de l'isocinétisme

- Les appareils d'isocinétisme sont très coûteux. De plus, la reproductibilité entre machines de marques différentes est mauvaise. (2)

- Les tests d'évaluation sont effectués dans un seul plan de l'espace, alors que tous les muscles de l'organisme présentent des composantes tridimensionnelles (notons, que cet état de fait est bien intégré ; l'évaluation unidimensionnelle donnant des renseignements certes parcellaires mais fiables).

- Il s'agit d'une technique de renforcement musculaire analytique.

- La coopération patient / thérapeute joue un rôle prépondérant dans la réussite de l'évaluation et de la rééducation. En d'autres termes, il faut un opérateur entraîné, persuasif et rigoureux ; mais aussi un patient motivé. (1-11)

### **3. MATERIEL ET METHODE**

#### 3. 1. Population

La population utilisée est composée de certains patients de l'institut régional de réadaptation, 35 rue Lionnois à Nancy, sous couvert de la loi Huriet (ANNEXE I). En effet, il a été pris en compte, pour cette étude, les patients ayant réalisés des tests isocinétiques au niveau de leurs genoux au cours des années 1997, 1998, 1999 et 2000. Cependant, sont exclus

les sujets n'ayant pas de côté sain, ceux dont les résultats ne sont pas interprétables et enfin les sujets pour qui il manque des données utiles pour l'étude statistique.

L'étude porte donc sur 201 sujets, 59 féminins et 142 masculins âgés de 13 à 75 ans.

### 3. 2. Matériel

\* Les appareils d'isocinétisme comprennent :

- un système de positionnement du patient (siège ergonomique et système de sangles).
- un bras de levier qui solidarise l'axe du dynamomètre à la jambe du patient.
- un module de contrôle assurant la gestion du déroulement du test.
- un dispositif informatique permettant l'intégration des données paramétriques.(ANNEXE II)

\* Le pilotage direct du dynamomètre sur l'écran (crayon optique et clavier) permet de configurer les modes, les vitesses, les couples, les amplitudes, les limites et les rétrocontrôles pour mieux définir les paramètres de test ou de rééducation.

\* Les tests utilisés pour cette étude ont été réalisés grâce à deux dynamomètres : le Cybex 350 et le Cybex Norm. Ce dernier qui est le plus récent peut travailler sur un mode concentrique et excentrique (il permet donc un travail sur un mode fonctionnel). Il intègre le module du tronc et dispose d'un système informatique performant et rapide avec possibilité de se référer à une base de données internationale sur internet à majorité américaine. Avec le cybex Norm, les vitesses peuvent être plus élevées (500°/s) qu'avec le cybex 350 (300°/s). Enfin, en ce qui concerne le côté pratique, le cybex Norm comprend un seul siège ergonomique (au lieu de deux pour le cybex 350. (2-8)

### 3. 3. Contre-indications

On distingue :

- les contre-indications absolues : douleurs sévères, pertes de substances cutanées, instabilité articulaire ou osseuse, interdiction de tout travail dynamique.
- les contre-indications relatives : légère douleur, limitation d'amplitude, oedème, les affections générales sévères et évolutives (principalement cardio-vasculaire). (14)

### 3. 4. Protocole d'application du test

Notons qu'il doit être le plus rigoureux possible.

#### **3. 4. 1. Données de base**

Lors de l'accueil du patient, le kinésithérapeute remplit une " fiche-bilan " comprenant les données suivantes : nom, prénom, date de naissance, profession, taille, poids, latéralité, niveau d'activité physique, le côté lésé, et le diagnostic. Toutes ces informations sont ensuite rentrées sur l'ordinateur relié au cybex. (20) (ANNEXE III)

#### **3. 4. 2. Echauffement**

Il s'agit d'une période d'échauffement de dix minutes environ (notons que ce temps peut varier en fonction de la fatigue du sujet). Le patient pédale sur une bicyclette ergométrique avec une résistance faible permettant un échauffement cardio-respiratoire et musculaire. Entre ce temps d'échauffement et le test le patient dispose de quelques minutes de repos. (2-12-19-20)

#### **3. 4. 3. Installation du sujet**

- L'installation doit être rigoureuse et reproductible (seule garantie de la fiabilité des mesures). Le test est bilatéral et comparatif, il commence toujours par le côté sain ou le côté le plus performant.

- Le sujet est testé en position assise, le dossier faisant un angle de  $90^\circ$  par rapport à l'horizontale. Le thérapeute règle : la profondeur du siège, l'inclinaison du dossier, la position du siège par rapport à l'axe du dynamomètre (le confort du patient étant important pour la qualité du test).

- L'axe du système doit être aligné avec l'axe articulaire du genou (c'est à dire le condyle fémoral externe ). On règle aussi la longueur du levier, qui prend appui au niveau de la face antérieure de l'extrémité inférieure de la jambe, à deux travers de doigts au-dessus de la malléole interne.



- Le sanglage a aussi son importance; il permet de réduire au maximum les compensations musculaires parasites. Il y a trois sangles : au niveau du thorax, du bassin, et de la cuisse. De plus, le côté contro-latéral doit être bloqué et le patient doit tenir des poignées latérales avec ses mains.

- Le kinésithérapeute détermine un secteur angulaire pour le test, puis règle les butées mécaniques et électroniques de limitation d'amplitudes.

- Enfin, une mesure de l'effet de pesanteur est réalisée; elle va permettre grâce à une analyse informatisée des données, une correction de cet effet gravitationnel qui non considéré amènerait des erreurs importantes. Nous savons que tout mouvement effectué dans un plan vertical autour d'un axe horizontal est assisté par la masse du segment de membre quand il se déplace dans le sens de la gravité, en revanche en sens inverse le mouvement est résisté par la masse du membre. (1-2-10-11-12-15-16-17-19-20)

#### **3. 4. 4. Essais**

Pour que le patient se familiarise avec la machine, on lui fait réaliser quelques essais avant l'exercice réel. On lui demande, en débutant d'une position de flexion maximale, de réaliser quatre aller-retour à une vitesse de  $60^\circ/s$  ; de même avant la seconde série de mouvements, nous demandons au patient cinq répétitions à  $180^\circ/s$ . (1-16)

#### **3. 4. 5. Déroulement du test**

Après quelques instant de repos, le sujet va réaliser le test en mode concentrique / concentrique ; ceci à deux vitesses différentes. Tout d'abord à vitesse lente, c'est-à-dire  $60^\circ/s$ , où quatre mesures sont effectuées (extension-flexion) permettant d'explorer la force pure. Puis à vitesse rapide ( $180^\circ/s$ ), où le patient exécute vingt aller-retour. Nous observons alors la puissance et l'endurance. Bien évidemment, entre ces deux séries un temps de repos est accordé au patient.

Pendant le test, la stimulation verbale a une grande importance ; le thérapeute emploie des termes simples : “tirez” , “poussez ” , “plus vite” , “plus fort” , “on continue” , ... ; adaptés à l’exercice demandé. (13-18)

Le biofeedback n’est pas utilisé lors de l’évaluation car il pourrait fausser les résultats ; en revanche, lors de la rééducation il a un intérêt certain. (19) (16)

A la suite de ce test, nous obtenons des résultats graphiques nous permettant de trier les sujets pour le traitement de leurs données. Nous n’avons donc pas pris en compte, les patients dont les test révélaient des courbes non superposées (reflet d’une collaboration ou d’une compréhension insuffisante du sujet, ou encore d’un échauffement incomplet), les valeurs n’étant pas interprétables.

Nous pouvons désormais passer à l’analyse des résultats quantitatifs. (2-5-10)

## **4. RESULTATS**

### 4. 1. Données et paramètres

Les données concernant le patient, et utilisées pour l’étude sont les suivantes :

- le sexe
- l’âge
- la taille
- le poids
- le niveau d’activité (1-sédentaire / 2-actif / 3-intensif / 4-compétition)
- la latéralité (pour le côté pratique, on demande la latéralisation au niveau des membres supérieurs)

- le côté testé (c'est-à-dire le côté sain)
- l'appareil utilisé pour le test (cybex 350 ou cybex Norm) .

Les paramètres pris en compte sont :

- le couple de force maximal des ischios-jambiers à 60°/s et à 180°/s (CFM.IJ.60 et CFM.IJ.180), exprimé en N.m-1.
- le couple de force maximal du quadriceps à 60°/s et à 180°/s (CFM.Q.60 et CFM.Q.180), exprimé en N.m-1.
- le ratio ischios-jambiers / quadriceps à 180°/s (IJ/Q.180).
- le travail total pour les vingt répétitions des ischios-jambiers à 180°/s et du quadriceps à 180°/s (TT20R.IJ.180 et TT20R.Q.180), exprimé en Joules.
- l'indice d'endurance des ischios-jambiers et du quadriceps (RE.IJ.180 et RE.Q.180), exprimé en pourcentage.

#### 4. 2. Méthodologie : traitement statistique des résultats

Pour cette étude statistique, nous utilisons un échantillon représentatif de la population composé d'un nombre de sujets supérieur à 30 ; par conséquent, nous utilisons des tests paramétriques. L'ensemble de l'analyse a été mené grâce aux logiciels Excel et Statview Version 5.0.

Quelques définitions :

- Moyenne : Total des valeurs / Effectif de l'échantillon.
- Ecart type : Valeurs plus ou moins écartées de la moyenne (= somme des carrés des écarts / effectif de l'échantillon).

- Médiane : Valeur pour laquelle 50% de mesures sont plus grandes et 50% plus petites.
- p : Degrés de signification (le test statistique est considéré comme significatif quand  $p < 0,05$ ).

Suite à une description de la population, nous allons étudier chaque paramètre en fonction des données définies; pour cela nous utilisons :

- un test “ t ” de Student (qui sert à comparer deux moyennes).
- le test de nullité du coefficient de corrélation (ce coefficient correspond à la pente de la courbe : paramètre en fonction de l’âge, de la taille ou du poids).
- le test d’Anova (comparaison entre plusieurs moyennes).
- le test PLSD de Fisher (comparaison entre plusieurs moyennes également).
- pour obtenir les statistiques normatives, nous effectuons une régression linéaire multiple permettant d’explorer les relations liant une variable quantitative à une série de variables. (9-21)

#### 4. 3. Présentation des résultats

##### **4. 3. 1. Description de l’échantillon**

La population est composée de 201 personnes, dont 59 femmes (29,35%) et 142 hommes (70,64%). Lors de cette étude, 70 personnes (34,82%) ont réalisé ce test sur le cybex Norm, et 131 (c’est-à-dire 65,17%) sur le cybex 350.



Tableau I : Descriptions de l'âge, de la taille, et du poids.

	AGE (en années)	TAILLE (en mètres)	POIDS (en kg )
MOYENNE	30,075	1,75	72,478
MINIMUM	13	1,41	43
MAXIMUM	75	2,08	125
ECART TYPE	11,322	0,106	13,394
MEDIANE	27	1,75	72

En ce qui concerne la latéralisation, il y a 178 droitiers et 23 gauchers et lorsqu'on s'intéresse au côté testé pour l'étude, il s'agit pour 49,75% du côté droit et pour 50,25% du côté gauche. Donc, pour 97 sujets, leur " côté dominant " a été testé et pour les 107 autres, il s'agit de leur côté " non dominant ".

Enfin, pour la distribution en fréquence des différentes activités, on retrouve 18 sujets considérés sédentaires, 104 actifs, 30 intensifs et 49 pratiquant un sport en compétition.

Histogramme I : Fréquence des différentes activités.

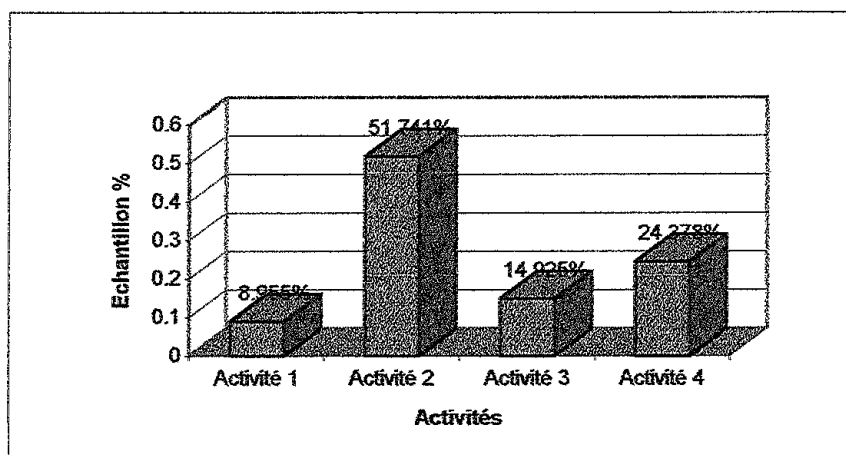


Tableau II : Description des paramètres étudiés

	Moyenne	Ecart type	Minimum	Maximum	Médiane
CFM.IJ.60	107,06	38,741	16	218	104
CFM.IJ.180	74,129	30,4	9	169	70
TT20R.IJ.180	1404,552	623,014	127	3376	1366
RE.IJ.180	76,66	24,558	32	271,9	75
CFM.Q.60	195,846	62,714	60	360	196
CFM.Q.180	120,08	43,613	23	245	118
TT20R.Q.180	2233,647	867,503	629	5045	2194
RE.Q.180	75,585	18,566	45	207,5	74,3
IJ/Q.180	0,613	0,107	0,326	0,975	0,61

#### 4. 3. 2. Comparaison des paramètres en fonction des données (analyse univariée)

On remarque que seul le rapport d'endurance du quadriceps à 180°/s possède une liaison avec la dominance ( $p=0,0471$ ); pour le groupe dominant, la moyenne obtenue est de 78,273, alors que pour le groupe non dominant elle est de 73,077.

Tableau III : Comparaison entre le sexe et chacun des paramètres

	Valeur de p	Moyenne Femmes	Moyenne Hommes
CFM.IJ.60	< 0,0001	66,661	123,845
CFM.IJ.180	< 0,0001	43,814	86,725
TT20R.IJ.180	< 0,0001	839,169	1639,465
RE.IJ.180	0,0073	83,825	73,682
CFM.Q.60	< 0,0001	128,915	223,655
CFM.Q.180	< 0,0001	76,373	138,239
TT20R.Q.180	< 0,0001	1425,729	2569,331
RE.Q.180	0,1534 (>5%)	78,488	74,378
IJ/Q.180	0,0015	0,577	0,629

Lorsque nous comparons l'âge avec les paramètres suivants : CFM.IJ180, RE.IJ.180, RE.Q.180, et IJ/Q.180 ; p est supérieur à 5%, par conséquent il n'y a pas de lien significatif. En revanche, pour le CFM.IJ.60, le TT20R.IJ.180, le CFM.Q.60, le CFM.Q.180, et le TT20R.Q.180 p est inférieur à 0,0001; les coefficients de corrélation sont proches de zéro et négatifs. Nous pouvons donc en conclure, que plus l'âge augmente et plus ces paramètres (précédemment cités) diminuent.

Par la suite, nous nous intéressons à la taille, nous remarquons que pour les rapports d'endurance des ischios-jambiers et du quadriceps à 180°/s, le test n'est pas significatif ( $p=0,206$  et  $p=0,5016$ ). Cependant, pour les sept autres paramètres étudiés,  $p<0,05$ , et les coefficients de corrélation sont proches de zéro et positifs. Par conséquent, plus la taille de la personne est grande, plus la valeur de ces paramètres est importante.

La comparaison du poids par rapport au CFM.IJ.60, CFM.IJ.180, TT20R.IJ.180, CFM.Q.60, CFM.Q.180, et TT20R.Q.180 nous apprend que plus le poids est important, plus ces paramètres augmentent ( $p < 0,0001$  et le coefficient de corrélation étant positif mais surtout proche de la nullité).

L'analyse donnant des degrés de signification supérieure à 5% pour les trois autres paramètres, nous concluons qu'il n'y a pas de liaison entre RE.IJ.180, RE.Q.180, IJ/Q.180 et le poids.

Tableau IV : Différentes activités en fonction des paramètres

	Moyenne pour Activité 1	Moyenne pour Activité 2	Moyenne pour Activité 3	Moyenne pour Activité 4
CFM.IJ.60	69,889	92,808	120,633	142,653
CFM.IJ.180	45,556	62,048	86,6	102,633
TT20R.IJ.180	896,829	1127,490	1664,967	2019,653
RE.IJ.180	95,694	75,667	74,307	73,214
CFM.Q.60	130,611	174,327	222,433	249,204
CFM.Q.180	75,556	103,692	138,767	159,776
TT20R.Q.180	1446,111	1859,99	2600,833	3091,204
RE.Q.180	89,267	73,313	75,693	75,312
IJ/Q.180	0,582	0,599	0,629	0,645

### 4. 3. 3. Résultats normatifs

Grâce à l'analyse multivariée, nous obtenons des équations définissant chaque paramètre étudié en fonction de l'âge, de la taille (en mètre), du poids (en kg), de l'activité (1,2,3 ou 4) et du sexe (Femme = 0 et Homme = 1)

$$\text{CFM.IJ.60} = - 140,423 - (0,45 * \text{âge}) + (101,252 * \text{taille}) + (0,527 * \text{poids}) + (10,81 * \text{activité}) + (25,611 * \text{sexe})$$

$$\text{CFM.IJ.180} = - 119,535 - (0,449 * \text{âge}) + (85,819 * \text{taille}) + (0,294 * \text{poids}) + (8,823 * \text{activité}) + (18,692 * \text{sexe})$$

$$\text{TT20R.IJ.180} = - 3396,930 - (8,385 * \text{âge}) + (2507,182 * \text{taille}) + (183,156 * \text{activité}) + (283,884 * \text{sexe})$$

$$\text{RE.IJ.180} = 83,825 - (10,143 * \text{sexe})$$

$$\text{CFM.Q.60} = - 187,425 - (1,062 * \text{âge}) + (153,732 * \text{taille}) + (1,083 * \text{poids}) + (14,602 * \text{activité}) + (43,285 * \text{sexe})$$

$$\text{CFM.Q.180} = -148,694 - (0,864 * \text{âge}) + (116,744 * \text{taille}) + (0,591 * \text{poids}) + (11,498 * \text{activité}) + (26,042 * \text{sexe})$$

$$\text{TT20R.Q.180} = - 3904,027 - (15,741 * \text{âge}) + (2856,197 * \text{taille}) + (9,602 * \text{poids}) + (259,506 * \text{activité}) + (363,624 * \text{sexe})$$

$$\text{RE.Q.180} = 75,585$$

$$\text{IJ/Q.180} = 0,543 + (0,041 * \text{sexe}) + (0,016 * \text{activité})$$

## 5. DISCUSSION

### 5. 1. Intérêts des valeurs normatives

Les paramètres pris en compte pour l'étude, ont été choisis en fonction de leurs intérêts pour le kinésithérapeute ; en effet, il nous est utile d'avoir des valeurs auxquelles nous pouvons nous référer lors de l'interprétation d'un test. De plus, ces valeurs vont servir au patient, en comparant ses résultats à ceux qu'il aurait du obtenir, le sujet comprend les objectifs de sa rééducation et par conséquent adhère mieux à son traitement.

### 5. 2. Analyse des résultats

#### 5. 2. 1. Côté "dominant " et " non dominant " ?

Nous savons tous que la latéralisation des membres supérieurs n'est pas toujours la même que celle des membres inférieurs. Or, pour cette étude nous demandons la latéralité des membres supérieurs ; par conséquent, les résultats considérant cette donnée ne sont pas interprétables.

Cependant, dans la mesure où certains auteurs ont démontré que l'exploration de la force isocinétique du couple fléchisseur / extenseur du genou n'a pas montré de différence significative d'un côté à l'autre, cette donnée n'est pas indispensable.(17-18)

Nous notons tout de même, l'existence d'une différence pourcentuelle inférieure à 10% entre les CFM de groupes homologues mais aussi la négligence de l'effet de dominance pour les muscles périarticulaires du genou. (6)

### **5. 2. 2. Indice d'endurance et crédibilité**

L'indice d'endurance pour les ischios-jambiers ou le quadriceps permet d'apprécier l'endurance du sujet pendant la durée d'une série ; il est aussi le témoin du pourcentage de perte de force musculaire au cours du test.

Cependant cet index n'est pas calculé de la même façon avec le cybex 350 et avec le cybex norm. En effet, pour le cybex 350, il s'agit du rapport (en pourcentage) de la somme du travail des quatre premiers mouvements / aux quatre derniers mouvements ; alors que le cybex norm calcule le rapport des dix premiers mouvements sur les dix derniers. L'indice de fatigue néglige donc les mouvements intermédiaires entre les premières et les dernières répétitions du test avec le cybex 350.

Il nous est donc difficile d'interpréter les valeurs obtenues. Néanmoins, nous savons que cet index de fatigue est le plus souvent compris entre 50 et 100% ; ce qui est vérifié par cette étude (environ 75%). (2-4)

Nous observons que cet indice d'endurance est inférieur pour la population masculine (par rapport aux femmes) ; et qu'en ce qui concerne les sujets sédentaires ce rapport est plus important que pour des personnes pratiquants une activité sportive (niveau 2,3 ou 4). Cette dernière remarque ne nous semble pas logique et doit s'expliquer par le manque de fiabilité de cet indice.

### **5. 2. 3. Intérêts du travail total**

Le travail total pour les vingt répétitions des ischios-jambiers ou du quadriceps à 180°/s, renseigne sur l'endurance du sujet puisqu'il porte sur vingt mouvements ; l'enregistrement en direct au moment du test doit témoigner de la réalisation correcte de l'épreuve. De plus, le

calcul de ce travail total évite que la meilleure performance ne soit modulée artificiellement par la proximité de moins bonnes répétitions, il est donc plus intéressant que l'indice d'endurance. (4)

Le travail total des ischios-jambiers et du quadriceps est supérieur pour les hommes, et il augmente en fonction du niveau d'activité. Par conséquent, plus le sujet est sportif plus son niveau d'endurance est bon, ceci tous sports confondus.

#### **5. 2. 4. Analyse des couples de force maximale**

Les valeurs des couples de force maximale, qui se définissent par la valeur maximale de force apparaissant pour une position intermédiaire correspondant à l'allongement musculaire moyen (ce qui autorise le recouvrement optimal des filaments d'actine et de myosine), et les paramètres construits qui en découlent semblent satisfaire aux critères qualitatifs souhaités. En effet, le CFM relatif présente un intérêt majeur lorsque l'exploration isocinétique s'adresse à des atteintes bilatérales n'autorisant pas la comparaison des deux membres. Une démarche critique rappellera l'influence du sexe, de l'âge et du niveau d'entraînement sportif sur la qualité de force musculaire. (5-6)

En ce qui concerne ce paramètre, nous remarquons une différence significative entre la population masculine et la population féminine, les moyennes étant plus élevées chez les hommes que chez les femmes. De plus, les résultats de cette étude confirment que la vitesse du test influe sur la force développée ; quand la vitesse augmente, la force diminue en mode concentrique. Chez les sportifs, différents auteurs ont montré une augmentation de la force du Q et des IJ par rapport à une population de même âge sédentaire ; ce qui est de nouveau démontré par ce travail. (19)



### 5. 2. 5. Ratios

Lors de l'analyse des valeurs obtenues pour cette étude statistique, nous remarquons que le rapport IJ/Q à 180°/s varie en fonction du sexe, de la taille et du niveau d'activité. Or, certains auteurs pensent qu'il ne varie pas en fonction de l'activité pratiquée ; ceci s'expliquant par l'activité en cocontraction de ces deux groupes musculaires lors de toute activité pieds au sol. (19)

A titre indicatif, notons que ce ratio a pour valeur moyenne 0,613. Il doit être conservé ou rétabli en cours de rééducation afin de sauvegarder la stabilité du genou ; reflet de l'équilibre dynamique entre groupes musculaires antagonistes, cet indice est probablement l'un des rapports essentiels de l'isocinétisme; bien qu'actuellement on s'oriente vers d'autres ratios. (10)

Le ratio des ischios-jambiers sur le quadriceps à 180°/s correspond au rapport de couples de force maximum des fléchisseurs (aux alentours de 30° de flexion de genou) et des extenseurs (60° de flexion) à la vitesse de 180°/s. De plus, le rapport agoniste / antagoniste est calculé pour un même mode de contraction (concentrique), sans tenir compte de l'activité frénatrice des ischios-jambiers.

On doit donc s'interroger sur la signification fonctionnelle d'un tel indice. Il semblerait peut être plus opportun de calculer des performances mesurées dans une même position angulaire. (4-2)

Le rapport agoniste / antagoniste apparaît aussi critiquable en raison de son manque de

spécificité. L'avènement de l'évaluation en excentrique a permis la détermination d'autres ratios :

- IJ / Q en excentrique / excentrique (relativement peu étudié, valeurs voisines de celles observés en concentrique),
  - ratio excentrique / concentrique pour un même groupe musculaire (intéressant à considérer s'il révèle une modification de la force musculaire préférentiellement dans un mode de contraction traduisant le retentissement sur la physiologie musculaire de l'entraînement sportif).
  - et enfin récemment IJ excentrique / Q concentrique (les conditions effectives du geste sportif justifiant l'utilisation de ce rapport mixte original, ayant pour valeur 1,02 environ).
- (6-7-19)

### 5. 2. 6. Analyse des données

-Lorsque nous comparons les moyennes des différents paramètres entre les deux sexes ; nous observons tout d'abord une différence significative. Mis à part le RE.IJ.180 et le RE.Q.180, où les moyennes sont supérieures chez les femmes par rapport aux hommes; nous observons des moyennes pour tous les autres paramètres plus fortes pour la population masculine.

-Quand nous recherchons un lien entre l'âge et les paramètres, nous remarquons (quand le test est significatif) que ces derniers diminuent au fur et à mesure que l'âge augmente. Cette observation semble être évidente, la population étant composée de sujets âgés de 13 à 75 ans; nous savons que de l'adolescence au 3ème âge, les capacités ont tendance à diminuer.

-Les résultats statistiques mettent en évidence que les valeurs de ces mêmes paramètres augmentent avec la taille.

-De même, ces valeurs augmentent de façon linéaire avec le poids ; cette observation paraît difficile à expliquer et amène une interrogation sur le rapport masse musculaire / masse grasseuse. Ceci pourrait faire l'objet d'une étude plus approfondie ultérieurement.

On peut émettre l'hypothèse que « plus une personne est grosse, plus elle doit porter son poids et donc plus elle se muscle ».

-Enfin, en ce qui concerne les différents niveaux d'activités sportives, plus l'activité est importante, plus les valeurs des paramètres sont élevées. De plus, nous remarquons que les moyennes intéressantes l'activité 1 (sédentaires) se rapprochent beaucoup de celles de la population féminine; de même, il y a de fortes similitudes entre les valeurs des sujets ayant une activité intensive et celles de la population masculine. Or, pour cette étude, le nombre de sujets sédentaires présents dans l'échantillon est inférieur à 30; par conséquent, les résultats obtenus ne sont pas interprétables de façon certaine.

## **6. CONCLUSION**

Cette étude nous a permis d'obtenir des équations définissant les normes des paramètres étudiés. Il apparaît que la force, l'endurance et les ratios pour les ischios-jambiers et le quadriceps varient pour des populations diversifiées.

De nouvelles recherches pourraient venir compléter ce travail, dans la mesure où certaines observations concernant l'influence du poids, de l'activité... ne semblent pas trouver de réelles explications.

De même, il serait intéressant de réaliser les mêmes tests sur une population beaucoup plus nombreuse et sur un même type d'appareil (souci d'une meilleure fiabilité). Cette étude

pourrait également s'élargir vers le mode excentrique, voir le mode excentrique/concentrique (dans l'idée de se rapprocher du travail fonctionnel).

Enfin, sur le plan pratique l'objectif de l'évaluation isocinétique étant de proposer des protocoles de réentraînement musculaire. L'utilisation de ces résultats pourrait aider à ce qu'ils soient le plus adaptés possible au patient.

## **BIBLIOGRAPHIE**

- 1. CALMELS P., ABEILLON G., DOMENACH M.** - Fiabilité et reproductibilité des mesures de la force isocinétique. - Isocinétisme et médecine de rééducation sous la direction de HEULEU JN. - Paris : Masson , 1991, p.26-33.
- 2. CHOMIKI R., BOISSEAU P., DESSAINT E., PARENT A., SOUCHON G., XENARD J.** - Dynamométrie isocinétique (2) : applications à l'évaluation et à la rééducation. - Annales médicales de Nancy et de Lorraine, 1998 , p.103-118.
- 3. CHOMIKI R., BOISSEAU P., PAYSANT J.** - Dynamométrie isocinétique (1) : principes, caractéristiques et indications en médecine physique et de réadaptation. - Annales médicales de Nancy et de Lorraine, 1998, p.99-102.
- 4. CROISIER J.L., CRIELAARD J.M.** - Analyse critique de l'utilisation d'un appareil isocinétique. - J. Traumatol. Sport, 1995, 12, p.48-52.
- 5. CROISIER J.L., CRIELAARD J.M.** - Exploration isocinétique : analyse des courbes. - Annales réadaptation médecine physique, 1999, 42, p.497-502.
- 6. CROISIER J.L., CRIELAARD J.M.** - Exploration isocinétique : analyse des paramètres chiffrés. - Annales réadaptation médecine physique, 1999, 42, p.538-545.
- 7. CROISIER J.L., CRIELAARD J.M.** - Mise au point d'un rapport isocinétique original fléchisseurs du genou / quadriceps. - J. Traumatol. Sport, 1996, 13, p.115-119.
- 8. DANIEL F., BRETON G., CARZON J., DARNAULT A., GENTY M., HEULEU J.N.** - Intérêts des contractions musculaires isocinétique en rééducation. - 6ème Atelier de rééducation de COCHIN. - Paris (association pour la recherche en médecine de rééducation), 1991, p.24-26.

9. **FALISSARD B.** - Comprendre et utiliser les statistiques dans les sciences de la vie. - Paris : Masson, 1996.- Collection Evaluation et statistique sous la direction de Gilles Bouvenot, 314 p.
10. **FOSSIER E.** - Méthodes d'évaluation isocinétique : principes - Isocinétisme et médecine en rééducation sous la direction HEULEU JN. - Paris : Masson, 1991, p.10-16.
11. **FOSSIER E., DANIEL F.** - Renforcement musculaire isocinétique. - Muscle et rééducation sous la direction HEULEU JN.et SIMON L. - Masson, 1988, p.180-188.
12. **FOSSIER E., MOLLARD R., POUX D., PUJO M.** - Evaluation isocinétique de l'insuffisance musculaire en fin de rééducation. - Muscle et rééducation sous la direction HEULEU JN.et SIMON L. - Masson, 1988, p.142-151.
13. **GEOFFRE B.** - Influence de la stimulation verbale sur la contraction volontaire des flechisseur du genou. - Mémoire de la 3ème année de masso-kinésithérapie, 1997.
14. **HERLANT M.** - Place de l'isocinétisme dans les techniques de rééducation musculaire. - Jama, hors série, 1990, p.25-26.
15. **JANIN JF.** - Effets avec masse segmentaire sur les mesures isocinétiques du dynamomètre Cybex-Norm. - Kinésithérapie scientifique, 1999, 387, p.7-17.
16. **KERKOUR K., MEIER JL., GOBELET C., AUGROS C.** - Isocinétique et renforcement musculaire. - Journée de médecine physique et de rééducation. - Paris, 1988, p.257-262.
17. **MAUPAS E.** Etude electrogoniométrique du genou au cours de la marche et de la force musculaire isocinétique du couple fléchisseurs / extenseurs du genou. - Contribution à l'étude de la latéralité des membres inférieurs. - Thèse Med. : Nancy (Université Henri Poincaré) : 1995. - p.56-67.
18. **NEIGER H.** - Renforcement neuro-musculaire isocinétique asservi. -

Kinésithérapie scientifique, 1989, 275, p.51-54.

**19. POCHOLLE M., CODINE P.** - Les tests isocinétique du genou. -  
Kinésithérapie scientifique, 2000, 397, p.6-13.

**20. SABOURIN F.** - Place de l'isocinétisme dans le renforcement musculaire. -  
Rééducation de traumatisme sportifs sous la direction de RADINEAU J, 1990, p.18-  
23.

**21. SCHWARTZ D.** - Le jeu de la science et du hasard. - La statistique et le vivant. -  
Flammarion, 1994.

## **ANNEXES**



## ANNEXE I

### **Loi HURIET : Loi du 20 Décembre 1988, Actualisée en 2000. (Code de la santé publique)**

#### **Livre II bis**

#### **PROTECTION DES PERSONNES QUI SE PRETENT A DES RECHERCHES BIOMEDICALES**

##### **Article L.209-1**

« ... Les recherches biomédicales dont on attend un bénéfice direct pour la personne qui s'y prête sont dénommées recherches biomédicales avec bénéfice individuel direct. Toutes les autres recherches, qu'elles portent sur des personnes malades ou non, sont dénommées sans bénéfice individuel direct... »

##### **Article L.209-2**

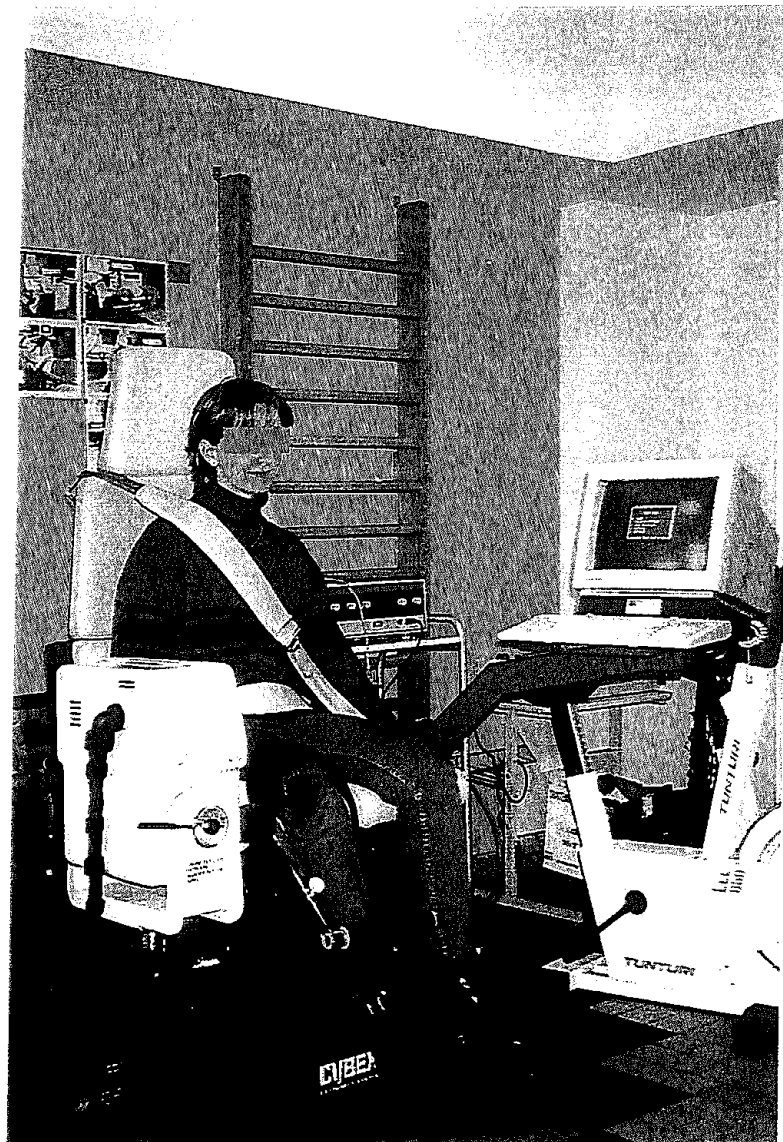
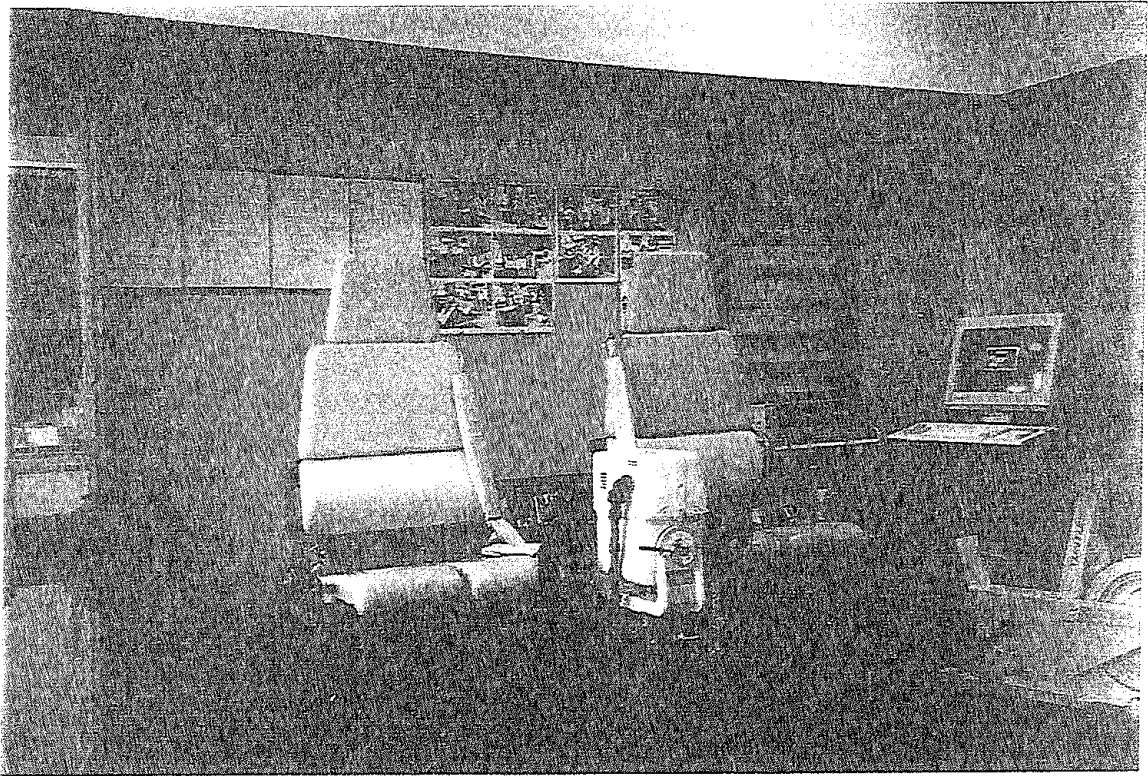
« Aucune recherche biomédicale ne peut être effectuée sur l'être humain :

- si elle ne se fonde pas sur le dernier état des connaissances scientifiques et sur une expérimentation préclinique suffisante,
- si le risque prévisible encouru par les personnes qui se prêtent à la recherche est hors de proportion avec le bénéfice escompté pour ses personnes ou l'intérêt de cette recherche,
- si elle ne vise pas à étendre la connaissance scientifique de l'être humain et les moyens susceptibles d'améliorer sa condition. »

##### **Article L.209-3**

« Les recherches biomédicales ne peuvent être effectuées que :

- sous la direction et sous la surveillance d'un médecin justifiant d'une expérience appropriée,
- dans des conditions matérielles adaptées à l'essai et compatibles avec les impératifs de rigueur scientifique et de sécurité des personnes qui se prêtent à ces recherches. »





**ANNEXE III**

**R.D.V.**

**DEMANDE DE BILAN CYBEX**

INITIAL

DE CONTROLE

Date :

Heure :

Auprès de :

NOM du patient :

DEMANDEUR :

Prénom :

Date de la demande :

Date de naissance :

Kinésithérapeute :

Profession :

Horaire :

Taille :

NIVEAU D'ACTIVITE PHYSIQUE :

Poids :

Sédentaire :

Actif :

Intensif :

Compétition :

Latéralisation :

DIAGNOSTIC précis avec nature des lésions, date et types d'interventions :

Nature du bilan demandé :

Côté lésé :

D

G

Côté controlatéral sain?

oui non

N° des protocoles réalisés :

*à remplir par le réalisateur du bilan*

REMARQUES sur le déroulement du test :

Système anti-tiroir : OUI NON

Constantes d'installation :

## RESUME

L'objectif de ce travail qui rentre dans une étude multicentrique est de définir des valeurs normatives. Celles-ci concernent les résultats quantitatifs obtenus lors de l'évaluation isocinétique du genou en mode concentrique.

Pour cela, après avoir établi un protocole nous avons réalisé une étude statistique sur une population variée de 201 sujets.

A travers cette étude, nous avons montré l'influence du sexe, de l'âge, de la taille, du poids et du niveau d'activité sur les différents paramètres caractérisant les ischios-jambiers et le quadriceps (force, endurance et ratios). Cependant, pour certaines de ces observations nous ne pouvons pas donner de réelles explications ; des études complémentaires seraient donc intéressantes par la suite.

Enfin, cette étude statistique permet d'avoir à notre disposition des équations définissant les paramètres en fonction des données, elles pourront nous orienter dans le choix de protocoles de renforcement musculaire. Cependant pour que ces protocoles soient bien adaptés à chaque patient, un travail plus large (population plus nombreuse, modes de travail différents...) semble nécessaire.

Mots clés : isocinétisme, normes, genou.